

Natürliche Konservierung fürs Joghurt

Wenn man Joghurt mit unbehandelten Früchten im Kühlschrank lagert, treten Hefen und Schimmelpilze auf. Eine an der ETH entwickelte Schutzkultur basierend auf Milchsäure- und Propionsäurebakterien hält dagegen.

Susanne Miescher Schwenninger und Leo Meile.*

Milchsäurebakterien werden bei der Herstellung von Joghurt, Käse oder Sauerkraut verwendet. Dabei bilden sie Milchsäure, die den pH-Wert im Produkt senkt und es vor dem Verderb durch andere Bakterien schützt. Bei bestimmten Käsesorten spielen neben den Milchsäurebakterien auch die Propionsäurebakterien eine wichtige Rolle. Vor allem beim Emmentaler Käse sind sie für die charakteristischen Löcher und den besonderen Geschmack verantwortlich. Gelangen mit unbehandelten Früchten Hefen und Schimmel ins Joghurt, finden diese dort ein saures Milieu (ca. pH 4) vor.

Trotz der Säure und der Kühlschranktemperatur können sich Hefen und Schimmel vermehren. Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurden an der ETH Zürich während rund fünf Jahren über 1000 verschiedene solcher Milch- und Propionsäurebakterien auf ihre Fähigkeit hin getestet, andere Mikroorganismen zu unterdrücken. Denn neben dem bekannten Nutzen von Milch- und Propionsäurebakterien haben beide Gruppen weitere äusserst wertvolle Eigenschaften, darunter eine ausgeprägte antimikrobielle Aktivität. Schliesslich fand sich eine spezifische Kombination von je einem Vertreter beider Gruppen, die besonders schlagkräftig gegen unerwünschte Hefen und Schimmel im Joghurt war.

Mithilfe von klassischen mikrobiologischen Tests, biochemischen Untersuchungen und molekularbiologischen Analysen konnte gezeigt werden, dass es sich bei diesen Bakterien um sichere und unbedenkliche Bakterienstämme handelt. Diese neue Schutzkultur konnte im Rahmen ihrer Produktion und Anwendung von der ETH mit einem internationalen Patent geschützt werden und wird seit 2004 von einem ausländischen Industrie-



Alexander Sauer für ETH Globe

Joghurt mit unbehandelten Beeren mit ETH-Schutzkultur (rechts) und Joghurt mit unbehandelten Beeren ohne ETH-Schutzkultur (links) nach 14 Tagen bei 6 °C. • Un yogourt avec des fraises non transformées additionné de la culture protectrice de l'EPF (à droite) et le même yoghourt sans la culture en question (à gauche) après 14 jours à 6 °C.

partner als «biologisches Konservierungsmittel» unter dem Namen «Holdbac YM-C» in der Schweiz und im Ausland vertrieben. Nach einem aufwendigen Entwicklungsprozess gelang es dem Industriepartner, die Kultur «HOLDBAC YM-C» heute für den Direkteinsatz in Form von gefrorenen Kügelchen («frozen pellets») und als gefriergetrocknetes (lyophilisiertes) Pulver anbieten zu können.

Neue Anwendungsgebiete

Bei der Herstellung von Joghurt wird die Schutzkultur der Milch zusammen mit der klassischen Joghurt-Starterkultur zugegeben. Die Temperaturen, bei denen die Starterkultur die Milch zu Joghurt umsetzt (ca. 40–42 °C), sind für die Schutzkultur nicht optimal. Sie vermehrt sich daher nicht und greift auch nicht in die Joghurtbildung ein. Somit wird auch der Geschmack des Joghurts nicht beeinflusst. Dennoch wurde während der Entwicklung der Schutzkultur neben den hervorragenden antimikrobiellen Eigenschaf-

ten eine weitere Beobachtung gemacht: Joghurts, die im Labor nebst der Starterkultur zusätzlich die Schutzkultur enthielten, waren deutlich cremiger. Diese Eigenschaft lässt sich durch die Bildung von sogenannten Exo-Polysacchariden erklären, also Mehrfachzuckern, die von den Bakterienstämmen der Schutzkultur ins Joghurt ausgeschieden werden. Was hier durch die Schutzkultur auf natürliche Art und Weise geschieht, wird bei anderen Lebensmitteln oftmals durch Zusatzstoffe erreicht.

Nebst dem erfolgreichen Einsatz in Joghurt zeigten sich schon bald weitere vielversprechende Anwendungsbereiche für die ETH-Schutzkultur. Sie wird heute nebst in Joghurt und Sauermilchprodukten u.a. auch in Sauerrahm, Hüttenkäse und verschiedenen Frischkäsen erfolgreich gegen unerwünschte Hefen und Schimmel eingesetzt.

Wieso funktioniert die Schutzkultur?

Während die beiden Bakterienstämme beim ausländischen Industriepartner zu einer kom-

merziellen Schutzkultur weiterentwickelt wurden, untersuchten die Forscher an der ETH die Ursachen für die ausserordentlichen antimikrobiellen Eigenschaften. Dazu wurden die beiden Bakterienstämme in einem ersten Schritt in Fermentern (Bioreaktoren) unter verschiedensten Bedingungen gezüchtet. Schon bald zeigte sich, dass die beiden Bakterien keine antimikrobielle Aktivität hatten, wenn sie in klassischen Flüssigkulturen gezüchtet wurden.

Es musste also ein Trick angewandt werden. Dieser bestand darin, dass die beiden Bakterienstämme in Gelkugeln fixiert (immobilisiert) wurden und auf diese Weise in sehr hoher Konzentration vorlagen. Wurden die Gelkugeln im Nährmedium im Fermenter inkubiert, konnte die vom Joghurt bekannte antimikrobielle Aktivität wieder nachgewiesen werden. Eine wichtige Voraussetzung für die starke Hemmung ist also, dass sich die beiden Bakterienstämme in einer festen oder halbfesten Umgebung befinden, wie z.B. im Joghurt oder in den Gelkugeln. Anhand von aufwendigen Analysen zeigte sich, dass die Schutzkultur nebst den klassischen Säuren (Milch-, Propion- und Essigsäure) weitere niedermolekulare Stoffe bildet, die auch in der Natur vorkommen. Auch wenn alle diese Stoffe als antimikrobielle Stoffe bekannt sind, wird keiner in einer Menge gebildet, die ausreichend für die starke Unterdrückung von Hefen und Schimmeln ist. Selbst die Kombination aller Stoffe führte nicht dazu. Ein komplexes System scheint also dafür verantwortlich zu sein, dass die Schutzkultur diese ausgeprägte Hemmung von Hefen und Schimmeln zeigt. Erste Tests

lassen vermuten, dass ein Zusammenspiel oder eine Art «Kommunikation» zwischen den beiden Bakterienstämmen stattfindet, die ebenfalls zum starken Hemmeffekt führt.

Ein Blick in die Zukunft

Schutzkulturen werden heute als Ersatz für chemische Konservierungsmittel in verschiedenen Lebensmitteln eingesetzt. Dadurch können E-Nummern reduziert oder sogar ganz weggelassen werden, und es entstehen naturbelassene Produkte. Der Trend dieser sogenannten «Biokonservierung» entspricht dem Wunsch der modernen Konsumenten.

Einen Überblick über die auf dem Markt erhältlichen Produkte zeigt untenstehende Tabelle. Die Wirkung der Schutzkulturen ist bei allen dieselbe: Die schützenden Bakterien bilden im Produkt, z.B. im Joghurt, während der Lagerung die Hemmstoffe gegen die unerwünschten Mikroorganismen, ohne jedoch das Produkt in seinen Eigenschaften zu verändern. Schutzkulturen werden heute v.a. auch gegen Listerien angeboten. Die Anwendung geht dabei von Käseoberflächen bis hin zu Fleischprodukten. Nebst der Verwendung in Lebensmitteln sind auch Schutzkulturen gegen den Verderb von Futtermitteln auf dem Markt erhältlich, z.B. für Silage.

Weltweit werden neue Schutzkulturen und weitere Anwendungen in den Forschungslaboratorien erprobt und getestet. Die Zukunft wird zeigen, welche Kulturen alle Hürden nehmen werden und als erfolgreiche und gesundheitlich unbedenkliche Schutzkulturen auf den Markt gelangen werden.

**Die Autoren arbeiten an der ETH Zürich und an der ZHAW Wädenswil.*

Cultures protectrices

Bioconservateur dans le yogourt aux fruits

Les bactéries lactiques sont employées pour la fabrication du yogourt notamment, mais aussi du fromage ou de la choucroute. Elles produisent de l'acide lactique, lequel abaisse le pH du produit et le prévient de s'avarier. Lorsque l'on ajoute des fruits non transformés au yogourt, des levures et moisissures les accompagnant peuvent s'y développer, en dépit du milieu acide et de la température du réfrigérateur.

C'est pour résoudre ce problème que l'EPF a recherché des souches de bactéries lactiques ou propioniques permettant de contenir les micro-organismes. C'est finalement une combinaison des deux types de bactéries – libérant des substances inhibitrices – qui a fait ses preuves. L'institut a ensuite pu démontrer que les deux souches étaient sûres et sans risques. Aujourd'hui, cette culture protectrice brevetée est produite de façon industrielle par un partenaire étranger et commercialisée en Suisse comme à l'étranger sous le nom «HOLDBAC YM-C».

Autre élément important, dans la production de yogourt ces bactéries n'influencent pas le goût du yogourt, car elles ne se reproduisent pas à la même température que celle d'incubation du yogourt. Cependant, on observe quant même un effet secondaire, bienvenu celui-là: la texture s'en trouve plus crémeuse, ce qui requiert habituellement des additifs. Outre le yogourt, cette culture voit d'autres domaines d'application alimentaires très prometteurs comme le lait acidulé ou différents fromages frais.

Les cultures protectrices remplacent aujourd'hui certains agents conservateurs (de type E) dans les différentes denrées alimentaires. Une tendance correspondant par ailleurs à la demande actuelle en matière de consommation. En outre, certaines cultures protectrices peuvent s'avérer particulièrement utiles, comme celles qui permettent de freiner la croissance des listérias, sur les fromages ou dans les préparations carnées.

Susanne Miescher Schwenninger et Leo Meile

Kommerzielle Schutzkulturen und ihre Anwendungsbereiche

Schutzkultur	Eingesetzte Bakterien	Gehemmte Mikroorganismen	Anwendungsbereiche
HOLDBAC™ YM-B ^a	Milchsäurebakterien Propionsäurebakterien	Hefen, Schimmel	Fermentierte Milchprodukte wie Joghurt, Sauerrahm, Quark, Hüttenkäse, Frischkäse
HOLDBAC™ YM-C ^a	Milchsäurebakterien Propionsäurebakterien	Hefen, Schimmel	Fermentierte Milchprodukte wie Joghurt, Sauerrahm, Quark, Hüttenkäse, Frischkäse
HOLDBAC™ Listeria ^a	Milchsäurebakterien	Listerien	Weichkäse und geschmierte Käse, gepökelte und gekochte Fleischprodukte, rohe Fleischprodukte wie Hackfleisch
HOLDBAC™ LC ^a	Milchsäurebakterien	Milchsäurebakterien, Verruscher von Spätblähung	Hart- und Halbhartkäse
Feedtech® Silage F300 ^b	Milchsäurebakterien	Hefen, Schimmel, Clostridien	Silage

^a Danisco A/S (Dänemark), ^b DeLaval (Schweden)